

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-174482

(43)Date of publication of application : 02.07.1999

(51)Int.Cl. G02F 1/1343
G02F 1/1337
G09F 9/35

(21)Application number : 10-192163 (71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 07.07.1998 (72)Inventor : NAKAJIMA MUTSUMI

(30)Priority

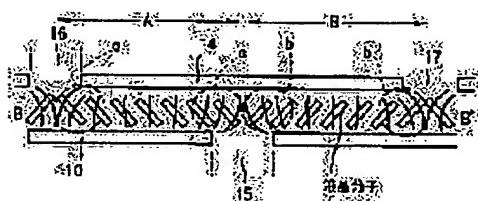
Priority 09273164 Priority 06.10.1997 Priority JP
number : date : country :

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a liquid crystal display device which permits mass-production and is excellent in viewing angle characteristic, contrast, and response speed.

SOLUTION: Gap parts 15, 16 of electrodes 10, 14 of each substrate are arranged so as not to be overlapped with each other in each picture element. Electric field 17 tilted to the substrate surfaces is formed in the liquid crystal layer part in the neighborhood of the peripheral parts of the gap parts 15, 16, and electric field vertical to the substrate surfaces is formed in the other part of the liquid crystal layer part interposed by the electrodes 10, 14. When a voltage is not impressed on the liquid crystal molecules, they are oriented approximately vertical to the substrate surfaces, or horizontal to them. In the part where a diagonal electric field 17 is induced, the liquid crystal molecules are tilted by the electric field in a certain direction, and are also tilted in the similar direction by the action of an elastic force caused by the liquid crystal molecules even in the area where the electric field is induced only in the vertical direction. The diagonal electric field 17 differs in the direction on each side placing the gap parts 15, 16 inbetween, therefore, each picture element area is divided into plural areas differing in the oriented direction.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.07.2001

[Date of sending the examiner's
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision of
rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3356273

[Date of registration] 04.10.2002

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-174482

(43)公開日 平成11年(1999)7月2日

(51)Int.Cl.^{*}
G 0 2 F 1/1343
1/1337 5 0 5
G 0 9 F 9/35 3 0 2

F I
G 0 2 F 1/1343
1/1337 5 0 5
G 0 9 F 9/35 3 0 2

審査請求 未請求 請求項の数7 OL (全10頁)

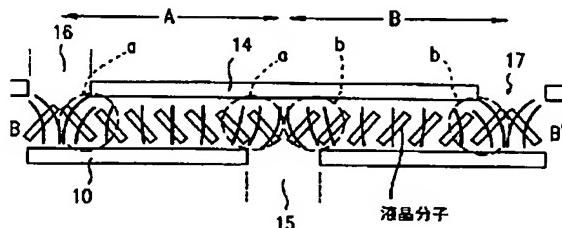
(21)出願番号 特願平10-192163
(22)出願日 平成10年(1998)7月7日
(31)優先権主張番号 特願平9-273164
(32)優先日 平9(1997)10月6日
(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000005049
シャープ株式会社
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(72)発明者 中島 瞳
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内
(74)代理人 弁理士 山本 秀策

(54)【発明の名称】 液晶表示装置

(57)【要約】

【課題】 量産化が可能で視野角特性、コントラストおよび応答速度に優れた液晶表示装置を得る。
【解決手段】 各画素内に各基板の電極10、14の隙間部15、16が各々重ならないように配置されている。隙間部の周縁部近傍の液晶層部分には基板面に対して斜め方向の電場17が形成され、それ以外の電極10、14に挟まれた液晶層部分では基板面に対して垂直方向の電場が形成される。液晶分子は電圧を印加しないときに基板面に対してほぼ垂直に配向し、または基板面に対してほぼ水平に配向している。斜め方向の電場17が生じている部分ではその電場によって液晶分子が一定方向に傾斜し、この液晶分子から及ぼされる弾性力の作用によって、垂直方向の電場しか生じていない領域においても同様の方向に傾斜する。隙間部を挟む各々の側で斜め方向の電場17の向きが異なるので、各画素内が配向方向が異なる複数の領域に分割される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電極を各々有する一対の基板の間隙に液晶層が挟持されて複数の画素がマトリクス状に構成された液晶表示装置であって、

該一対の基板の各々の上の電極が、各画素内に電極が形成されていない隙間部を互いに重ならないように有し、電圧を印加しているときに各隙間部の周縁部近傍の液晶層部分に基板面に対して斜め方向の電場が形成され、各隙間部の周縁部近傍以外の両電極に挟まれた液晶層部分に基板面に対して垂直方向の電場が形成される液晶表示装置。

【請求項2】 電圧を印加しているときに、前記隙間部の周縁部近傍において液晶分子が前記斜め方向の電場により基板面に対して所定の方向に傾き、該隙間部の周縁部近傍の液晶分子の傾斜方向の影響を受けて、各隙間部の周縁部近傍以外の両電極に挟まれた液晶層部分における液晶分子の傾斜方向が制御されて光学変調する請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項3】 前記液晶層内の液晶分子が負の誘電率異方性を有し、電圧を印加しないときには基板面に対してほぼ垂直に配向する請求項1または請求項2に記載の液晶表示装置。

【請求項4】 前記液晶層内の液晶分子が正の誘電率異方性を有し、電圧を印加しないときには基板面に対してほぼ水平に配向する請求項1または請求項2に記載の液晶表示装置。

【請求項5】 前記一方の基板上の電極の隙間部と前記他方の基板上の電極の隙間部とが、前記各画素内において基板面に平行な方向に沿って交互に配置されている請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項6】 前記各基板上の電極の隙間部が、前記各画素内において互いに交差する2方向の各々に沿う部分を有する請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項7】 前記各基板上の電極の隙間部の幅が、両基板上の電極間の間隔よりも大きくなっている請求項1乃至請求項6のいずれかに記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えばテレビジョンセット、パーソナルコンピュータ、ワードプロセッサまたはOA機器等に用いられる液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】上述の液晶表示装置として、図9に示すようなマトリクス型のものが知られている。この液晶表示装置は、マトリクス基板28と対向基板29との間に液晶層27を挟み、両側に偏光板30を貼り付けた構造となっており、この液晶表示装置の背面に光源、いわゆるバックライト31を配置して光シャッターとして使用する。

【0003】図10にマトリクス基板28の平面図を示し、図11に対向基板29の平面図を示す。このマトリクス基板28は、ゲートライン32とソースライン33とが互いに交差して設けられ、各ラインの交差部近傍にスイッチング素子としての薄膜トランジスタ34が設けられている。マトリクス状に設けられた画素電極35は、各薄膜トランジスタ34を介してゲートライン32とソースライン33とに接続されている。対向基板29は、画素電極35に対応した開口部36を有する遮光膜37とカラーフィルタ(図示せず)とが設けられ、その上に全面に対向電極38が設けられている。なお、図11は、対向基板29を基板側から見たものである。このマトリクス基板28と対向基板29との上には配向膜(図示せず)が形成され、これをラビング処理することにより液晶分子を任意の方向に配向させることができる。

【0004】この構造の液晶表示装置によれば、薄膜トランジスタ34を介して画素電極35に画像信号を入力することにより、各画素毎に液晶層27に与える電圧を制御することができる。液晶層27に電圧が印加されると、液晶層27内の液晶分子の誘電率異方性に依存して液晶分子の配向方向が変化する。

【0005】この液晶表示装置の光制御の原理は、以下の通りである。バックライト31から液晶層27に入射する前に背面側の偏光板30により直線偏光とされた光が、屈折率異方性を有する液晶分子の配向方向に依存して梢円偏光、円偏光または旋光等の光学変調を起こし、液晶層27を透過後に前面側の偏光板30に入射する。偏光板30に入射した光の吸収軸成分は吸収され、光の透過率が変化する。ところで、液晶表示装置には、TN(Twisted Nematic)方式、STN(Super Twisted Nematic)方式、ECB(Electrically Controlled Birefringence)方式、高分子分散方式等の多くの表示方式がある。中でも、TN方式による液晶表示装置は、例えばテレビジョンセット、パーソナルコンピュータ、ワードプロセッサまたはOA機器等に広く実用化されているが、さらにコントラストおよび応答速度を向上させるために、ECB方式の無着色領域を用いた液晶表示装置の開発がなされている。

【0006】このECB方式のうち、垂直配向モードの液晶表示装置においては、電圧無印加時に液晶分子が基板面に対してほぼ垂直に配向しており、負の誘電率異方性を有する材料を用いて電圧印加時に液晶分子を水平方向に傾斜させる。このモードでは、液晶層にツイスト構造を用いないため、応答速度が速く、また、偏光軸を互いに直交させた一対の偏光板を用いて電圧無印加時の複屈折の無い状態で黒表示を行うため、画面の法線方向におけるコントラストも高い。しかし、ECB方式垂直配向モードでは光の透過率に視野角依存性があり、視野角

依存性の改善が重要な課題であった。

【0007】このECB方式垂直配向モードでの視野角特性の改善方法については、様々な検討がなされてきている。例えば、「SID79' P845 Development of Super-High-imagine-Quality Vertical-Alignment-Mode LCD」には、画素内に液晶分子の配向方向が異なる複数の領域を形成することにより視野角特性の飛躍的な向上を図り得ることが詳細に説明されている。このように、視野角特性の拡大のためには、配向分割して画素内に液晶分子の配向方向が異なる複数の領域を形成することが必要である。

【0008】この従来技術の中では配向分割のプロセスについては説明されていないが、配向分割の方法としては、例えば、「Japan DISPLAY'92 P591 A Complementary TN LCD with Wide-Viewing-Angle Grayscale」に説明されているようなレジストパターンの形成とラビング処理とを2回行う方法の他、「Japan DISPLAY'92 P886 Wide Viewing Angle Full-Color TFT LCDs」に説明されているような液晶分子のチルト角が異なる2種類の配向膜を画素内で部分的にバターニングした後にラビング処理を行う方法等が知られている。これらはTNモードに対して配向分割を行ったものであるが、配向膜材料やラビング方向は異なるものの、ECB方式垂直配向モードについても適用することが可能である。

【0009】一方、ECB方式のうち、水平配向モードの液晶表示装置においては、電圧無印加時に液晶分子が基板面に対してほぼ水平に配向しており、正の誘電率異方性を有する材料を用いて電圧印加時に液晶分子を垂直方向に傾斜させる。このモードでも、液晶層にツイスト構造を用いないため、応答速度が速く、また、偏光軸を互いに平行にした一対の偏光板を用いると電圧無印加時の液晶分子が均一に配向した状態で黒表示を行うことができるので、画面の法線方向におけるコントラストも高くすることができる。しかし、ECB方式水平配向モードでも光の透過率に視野角依存性があり、視野角依存性の改善が重要な課題である。

【0010】このECB方式水平配向モードでの視野角特性の改善方法としては、ECB垂直配向モードと同様に、異なる方向に複数回のラビング処理を行うことにより1画素内に液晶分子の配向方向が異なる領域を複数形成して配向分割する方法を適用することができる。

【0011】さらに、電極の形状を工夫して視野角特性の改善を図る方法についても、例えば特開平9-160041号公報、特開平9-160042号公報、特開平9-160061号公報に開示されている。

【0012】これらの公報に開示されている技術は、い

ずれも、同一基板上に一对の電極を形成し、両電極間に生じる横方向の電界成分で液晶分子を光学変調させる横電界方式を改良した斜め電界方式と言える。すなわち、対向配置された一对の基板上に各々電極を形成し、基板面に対して斜め方向の電界を発生させて、この斜め電界領域における液晶分子の光学変調を利用したものである。

【0013】図12に、上記斜め電界方式の液晶表示装置における電極構造の断面図を示す。

【0014】ここでは、対向電極101と画素電極102は隙間部103と導電体部104とを有し、両電極の導電帶部104が基板表面に平行な方向に沿って交互に配置されている。この対向電極101と画素電極102とに電圧を印加したとき、対向電極101と画素電極102の間の液晶層105に斜め方向の電場が生じる。その結果、斜め電場領域106において液晶分子107の配向方向が電場の方向に従って変化して、光学変調が得られる。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】前述のECB方式垂直配向モード及びECB方式水平配向モードにおいて配向分割を行った液晶表示装置によれば、画素内に液晶分子の配向方向が異なる複数の領域を形成することにより、視野角特性が大幅に向上して優れた性能が得られる。

【0016】しかしながら、上述したような方法で配向分割を行うためには、新たなプロセスを追加する必要があり、プロセスの増加や製造装置の増加が避けられない。また、分割パターン形成のために配向膜上にレジストを塗布して露光、現像、剥離等の処理を行う必要があるが、このとき、配向膜表面へのレジストの付着、現像液や剥離液の浸透による異物の付着、表面変質、さらにはイオン性不純物による液晶セルの信頼性低下等の危険性が高く、良品率が低下したり品質が不安定になる等の問題が避けられない。さらに、ラビング処理工程の増加が不可欠である。

【0017】このように、従来の液晶表示装置では視野角特性は向上できるものの、製造コストが大幅に増加するため、量産することは非常に困難である。

【0018】一方、上述の斜め電界方式の液晶表示装置によれば、電極（導電体部）の両側で斜め方向の電界が対称な方向に形成されるので、電圧印加時に液晶分子を対称的に動作させることができる。よって、複数回のラビング処理を行って液晶分子の初期配向方向が異なる複数の領域を形成しなくとも、配向分割して視野角特性を向上させることができる。

【0019】しかし、このような斜め方向の電界領域における液晶分子の光学変調を利用する場合には、液晶層内の電場の方向及び強度分布を均一にすることが難しいという問題がある。

【0020】液晶層内の電場の方向及び強度の分布が不

均一であると、液晶分子の配向方向の均一性が損なわれ、液晶層の光学変調もそれに応じて部分的に異なり、画素内で透過光ムラが生じてしまう。

【0021】このように、画素内での透過光のムラは、特に、プロジェクション装置等の拡大画面の場合にはざらつきとして感じられ、表示品位を著しく低下させる。また、ムラが直接認識されないような画素密度が高い液晶表示装置の場合でも、画素内の透過光の濃淡が生じるため、電圧印加時に黒表示または白表示を行う場合に各画素内に部分的に各々白表示部分または黒表示部分が残り、コントラストや明るさの低下を引き起こすという問題がある。

【0022】従って、表示品位及び表示性能を確保するためにはより均一な電場を形成する必要があり、例えば、一対の基板面に、水平方向における距離（隙間部）を液晶層の厚さよりも充分に広げた電極を形成すればよい。

【0023】しかしながら、電極間距離を増加させると電場が減少するため、電極間にさらに高い駆動電圧を与えるなければならず、消費電力の増加が生じたり、ドライバー耐圧を増加させるためのコストアップが生じたりすることは避けられない。

【0024】このように斜め電界方式の液晶表示装置では、表示品位及び表示性能の向上と、消費電力の低減及びコストダウンとを両立させることは本質的に困難である。

【0025】本発明はこのような従来技術の課題を解決すべくなされたものであり、量産化が可能な方法により各画素内に液晶分子の配向方向が異なる複数の領域を形成して、視野角特性、コントラストおよび応答速度を向上すると共に、消費電力の低減及び製造コストの低廉化を図ることができる液晶表示装置を提供することを目的とする。

【0026】

【課題を解決するための手段】本発明の液晶表示装置は、電極を各々有する一対の基板の間隙に液晶層が挟持されて複数の画素がマトリクス状に構成された液晶表示装置であって、該一対の基板の各々の上の電極が、各画素内に電極が形成されていない隙間部を互いに重ならないように有し、電圧を印加しているときに各隙間部の周縁部近傍の液晶層部分に基板面に対して斜め方向の電場が形成され、各隙間部の周縁部近傍以外の両電極に挟まれた液晶層部分に基板面に対して垂直方向の電場が形成され、そのことにより上記目的が達成される。

【0027】電圧を印加しているときに、前記隙間部の周縁部近傍において液晶分子が前記斜め方向の電場により基板面に対して所定の方向に傾き、該隙間部の周縁部近傍の液晶分子の傾斜方向の影響を受けて、各隙間部の周縁部近傍以外の両電極に挟まれた液晶層部分における液晶分子の傾斜方向が制御されて光学変調することができる。

きる。

【0028】前記液晶層内の液晶分子が負の誘電率異方性を有し、電圧を印加しないときには基板面に対してほぼ垂直に配向する構成としてもよい。

【0029】前記液晶層内の液晶分子が正の誘電率異方性を有し、電圧を印加しないときには基板面に対してほぼ水平に配向する構成としてもよい。

【0030】前記一方の基板上の電極の隙間部と前記他方の基板上の電極の隙間部とが、前記各画素内において基板面に平行な方向に沿って交互に配置されていてもよい。

【0031】前記各基板上の電極の隙間部が、前記各画素内において互いに交差する2方向の各々に沿う部分を有していてもよい。

【0032】前記各基板上の電極の隙間部の幅が、両基板上の電極間の間隔よりも大きくなっていてもよい。

【0033】以下、本発明の作用について説明する。

【0034】本発明にあっては、両基板上の電極の隙間部が互いに重ならないように各画素内に配置され、電圧を印加したときに各隙間部の周縁部近傍の液晶層部分に基板面に対して斜め方向の電場が形成されるので、隙間部の周縁部近傍の液晶層部分ではその斜め方向の電場によって液晶分子が一定方向に傾斜する。また、隙間部を挟んで一方側と他方側とでは、斜め方向の電場の向きが異なるので、各画素内に配向方向が異なる複数の領域が形成される。

【0035】電圧印加時には、上記隙間部の周縁部近傍において、斜め方向の電場により液晶分子を基板面に対して所定の方向に傾かせる。各隙間部の周縁部近傍以外の両電極に挟まれた液晶層部分には基板面に対して垂直方向の電場が形成されるが、この部分でも、液晶分子の弾性によって上記隙間部の周縁部近傍の液晶分子の傾斜方向の影響を受け、液晶分子の傾斜方向が制御されて光学変調する。よって、広い対称的な視野角特性が得られると共に、画素の大部分の領域である画素電極と対向電極との重なり部において基板に対して垂直方向に均一な電場を与えることができ、画素内で生じる表示ムラを防止して極めて優れた光学特性を得ることができる。

【0036】液晶層内の液晶分子が負の誘電率異方性を有し、電圧を印加しないときには基板面に対してほぼ垂直に配向する構成としてもよく、液晶層内の液晶分子が正の誘電率異方性を有し、電圧を印加しないときには基板面に対してほぼ水平に配向する構成としてもよい。いずれの場合にも、電圧印加時には、隙間部の周縁部近傍において、斜め方向の電場により液晶分子が基板面に対して所定の方向に傾き、その傾き方向に応じて、画素の大部分の領域である画素電極と対向電極との重なり部において基板に対して垂直方向に均一な電場を与えられた液晶分子は、その傾斜方向が制御されるので、均一な配向方向の制御を容易に行うことができる。

【0037】また、本発明にあっては、一方の基板上の電極の隙間部と他方の基板上の電極の隙間部とが、各画素内において基板面に平行な方向に沿って交互に配置されているので、各画素内に基板面に対して斜め方向の電場により配向方向が異なる複数の領域が交互に形成される。

【0038】また、本発明にあっては、各基板上の電極の隙間部が各画素内において互いに交差する2方向の各々に沿う部分を有しているので、各画素内に基板面に対して斜め方向の電場が4方向に形成される。

【0039】さらに、本発明にあっては、各基板上の電極隙間部の幅が両基板上の電極間の間隔よりも大きくなっているので、基板面に対して斜め方向の電場の横方向（基板面に対して平行な方向）の成分が大きくなる。

【0040】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について説明する。

【0041】（実施形態1）本実施形態1の液晶表示装置は、図9に示した従来の液晶表示装置と同様に、マトリクス基板と対向基板との間に液晶層を挟み、両側に偏光板を貼り付けた構造となっており、この液晶表示装置の背面に光源、いわゆるバックライトを配置して光シャッターとして使用するものである。

【0042】図1に本実施形態1におけるマトリクス基板の平面図を示し、図2に対向基板の平面図を示し、図3に図1のA-A'線部分の断面図を示す。

【0043】このマトリクス基板は、ゲートライン1とソースライン7とが互いに交差して設けられ、各ラインの交差部近傍にスイッチング素子としての薄膜トランジスタ4が設けられている。マトリクス状に設けられた画素電極10は各画素内に隙間部15を有しており、各薄膜トランジスタ4を介してゲートライン1とソースライン7とに接続されている。対向基板は、画素電極10に対応した開口部12を有する遮光膜13とカラーフィルタ（図示せず）とが設けられ、その上に隙間部16を除く全面に対向電極14が設けられている。なお、図2は、対向基板を基板側から見たものである。このマトリクス基板と対向基板との上には電圧無印加時に液晶分子を垂直配向させるための配向膜（図示せず）が形成され、この配向膜はラビング処理されていない。

【0044】薄膜トランジスタ4は、図3に示すように、ゲートライン1から分岐したゲート電極2が設けられ、その上を覆うようにゲート絶縁膜3が設けられている。ゲート絶縁膜3の上にはゲート電極2に重畠するよう¹a-Si層5が設けられ、a-Si層5の上には2つに分断されたn⁺-a-Si層6a、6bが設けられている。n⁺-a-Si層6aの上にはソースライン7から分岐したソース電極8が設けられ、n⁺-a-Si層6bの上にはドレイン電極9が設けられている。ドレイン電極9の上に一部重畠して画素電極10が設けら

れ、その上を覆うように保護膜11が設けられている。

【0045】この液晶表示装置は、例えば以下のようにして製造することができる。

【0046】まず、マトリクス基板は、スパッタリング法によりTa膜を成膜してフォトリソグラフィ法によりパターニングしてゲートライン1とゲートライン1から分岐したゲート電極2を形成する。

【0047】その上に、PE-CVD法によりSiN_xからなるゲート絶縁膜4とa-Si膜とPをドープしたn⁺-a-Si膜とを連続して成膜し、a-Si層5とn⁺-a-Si層6a、6bとを薄膜トランジスタ4の形成部に残してパターニングする。

【0048】次に、スパッタリング法によりTi膜を成膜してフォトリソグラフィ法によりパターニングしてソースライン7、ソースライン7から分岐したソース電極8およびドレイン電極9を形成する。このとき、同じレジストパターンを用いてn⁺-a-Si層6a、6bのエッチングを行うことにより、ソース電極8およびドレイン電極9からはみ出したn⁺-a-Si層6a、6bを除去する。

【0049】続いて、スパッタリング法によりITO膜を成膜し、これをパターニングして各画素内に隙間部15を有する画素電極10を形成する。この実施形態では、画素電極10の中央部に、ゲートライン1に沿う方向の隙間部15を幅5μmで形成した。

【0050】その後、PE-CVD法によりSiN_xからなる保護膜11を形成してマトリクス基板を完成する。

【0051】次に、対向基板は、開口部12を設けたCrからなる遮光膜13の上にカラーフィルタ（図示せず）を形成し、その上に各画素内に隙間部16を有するITOからなる対向電極14を形成した。この実施形態では、画素電極10の外形に対応した開口部12より内側の上下2箇所に、ゲートライン1に沿う方向の隙間部16を幅5μmで形成した。なお、この対向基板は、上述したマトリクス基板よりも先に作製してもよい。

【0052】以上のようにして作製したマトリクス基板と対向基板との双方に配向膜（図示せず）を印刷塗布により形成し、両基板を貼り合わせる。この実施形態では、マトリクス基板と対向基板との間にスペーサーを挟んで、画素電極10と対向電極14との間隔を4μmとなるように設定した。また、ラビング処理は必要ではないので行わなかった。

【0053】最後に、両基板の間隙に負の誘電率異方性を有する液晶を注入して注入口を封止し、両面に偏光板を貼り合わせることにより、本実施形態の液晶表示装置が完成する。

【0054】このとき、一対の偏光板の吸収軸を互いに直交させてゲートラインに対して45°、すなわち画面に対して45°の角度で配置することにより、電圧無印

加状態の垂直配向時に光が遮断されるノーマリブラックの表示が得られる。これにより、電圧無印加時の複屈折の無い状態で黒表示を行うことができるので、画面の法線方向におけるコントラストを高くすることができる。また、液晶層にはツイスト構造を用いていないので応答速度を速くすることができる。

【0055】得られた液晶表示装置に電圧を印加したときの液晶分子の傾斜方向について、図1のB-B'線に相当する部分の断面図である図4を参照しながら説明する。

【0056】この液晶表示装置は、画素電極10の中心部に幅5μmの隙間部15があり、対向電極14には両端部に幅5μmの隙間部16があり、隙間部15、16の幅は画素電極10と対向電極14との間隔に対して大きく設定してあるので、電極間に電圧を印加したときに電極の端部a、b（隙間部の周縁部）近傍で電場17に歪みが生じる。

【0057】液晶としては負の誘電率異方性を有するものを用いているため、電圧無印加時に基板に対してほぼ垂直方向に配向していた液晶分子に電圧が印加されると、図4中のAの領域では、その端部に相当するaの領域において電場方向が斜めに形成されているので、液晶分子に対して電場方向に直交するように左側（画面上側）に傾斜させるトルクが働く。

【0058】一方、Aの領域の大部分に相当する、隙間部の周縁部近傍以外の画素電極10と対向電極14とに挟まれた領域では、電場方向が基板に対して垂直な方向に形成されており、基板に対してほぼ垂直に初期配向されている液晶分子に働くトルクの傾斜方向は局部的な斜め方向の電場には影響されない。しかし、aの領域で左回転に傾斜している液晶分子から及ぼされる液晶分子間の弾性力の影響を受けて、垂直方向の電場しかない領域においても液晶分子が同様に左回転に傾斜し、このときのトルクは垂直方向の電場強度に依存することが確認できた。

【0059】Bの領域においても、同様の原理によつて、液晶分子には右回転（画面下側）に傾斜させるトルクが働く。

【0060】この結果、画素全面にわたって液晶分子の配向方向を制御することができ、1画素内で画面に対して上下方向に液晶分子の配向方向が分割される。よつて、画面に対して上下対称な視野角特性が得られた。

【0061】なお、本発明は、特開平9-160041号公報、特開平9-160042号公報や特開平9-160061号公報のように斜め方向の電界領域における液晶分子の光学変調を利用するものではない。電極の隙間部は、斜め方向の電場を隙間部の周縁部近傍に形成するものであり、周縁部近傍以外の画素の大部分の領域では、画素電極と対向電極とを対向させて基板面に対して垂直方向に電場を生じさせる。従つて、電極の隙間部が

画素内で占める割合が大きすぎたり、画素電極と対向電極との重なり部が画素内で占める割合が小さすぎたりするのは好ましくない。

【0062】なお、本実施形態1においては、画素電極及び対向電極の隙間部をゲートラインに沿う方向に形成したが、ソースラインに沿う方向に形成してもよく、画素電極と対向電極の隙間部が基板平面に沿って交互に配置されれば、他の方向であってもよい。

【0063】（実施形態2）本実施形態2の液晶表示装置は、マトリクス基板に図5に示すような隙間部20を有する画素電極18を設け、対向基板に図6に示すような隙間部21を有する対向電極19を設けた以外は実施形態1と同様の液晶表示装置を作製した。隙間部20、21の幅は5μmとし、画素電極18と対向電極19との重なり幅は20μmとした。隙間部20、21は互いに直交する2方向の各々に沿う部分、ここではゲートライン1に沿う部分とソースライン7に沿う部分とを有する。また、画素電極18の隙間部20と対向電極19の隙間部21とは基板面に沿う方向に交互に配置した。

【0064】得られた液晶表示装置に電圧を印加したときの動作原理は実施形態1と同様であり、この場合の液晶分子の傾斜方向について、図5のC-C'線に相当する部分の断面図である図7を参照しながら説明する。

【0065】この液晶表示装置は、隙間部20、21の幅を画素電極18と対向電極19との間隔に対して大きく設定してあるので、電極間に電圧を印加したときに電極の端部（隙間部の周縁部）近傍で電場22に歪みが生じる。液晶としては負の誘電率異方性を有するものを用いているため、電圧無印加時に垂直方向に配向していた液晶分子に電圧が印加されると、図7のAの領域では液晶分子が右側に傾斜し、図7のBの領域では液晶分子が左側に傾斜する。これにより、電極の隙間部20、21の両側で液晶分子が反対方向に配向した領域が得られる。また、本実施形態2では、電極の隙間部20、21が互いに直交する2方向に沿って設けられているので、液晶分子の傾斜方向が各々上下左右の4方向となった4種類の領域に分割され、画面に対して上下左右対称な視野角特性が得られた。

【0066】なお、上記実施形態2では、電極の隙間部を互いに直交する2方向に沿って形成したが、他の角度で交差する2方向に沿って形成してもよく、さらに、3方向以上の方に沿って形成してもよい。

【0067】上記実施形態1及び実施形態2では、垂直配向モードの液晶表示装置に本発明を適用した例について説明したが、以下の実施形態3では、水平配向モードの液晶表示装置に本発明を適用した例について説明する。

【0068】（実施形態3）本実施形態3においては、実施形態1と同様にして作製したマトリクス基板と対向基板との双方に配向膜を印刷塗布により形成し、両基板

を貼り合わせる。この実施形態では、マトリクス基板と対向基板との間にスペーサーを挟んで、画素電極と対向電極との間隔を $4\mu m$ となるように設定した。また、ラビング処理はマトリクス基板では画素電極の隙間部に直交する方向に1回行い、対向基板では対向電極の隙間部に直交する方向に1回行った。

【0069】そして、両基板の隙間に正の誘電率異方性を有する液晶を注入して注入口を封止し、両面に偏光板を貼り合わせることにより、本実施形態の液晶表示装置を作製した。

【0070】このとき、一対の偏光板の吸収軸を互いに平行にしてゲートラインに対して 45° 、すなわち画面に対して 45° の角度で配置することにより、電圧無印加状態の水平配向時に光が液晶層内で複屈折されて遮断されるノーマリブラックの表示が得られる。これにより、電圧無印加時の液晶分子が均一な状態で黒表示を行うことができるので、画面の法線方向におけるコントラストを高くすることができる。また、液晶層にはツイスト構造を用いていないので応答速度を速くすることができる。

【0071】得られた液晶表示装置に電圧を印加したときの液晶分子の傾斜方向について、画素電極と対向電極との対向部分を示す図8を参照しながら説明する。

【0072】この液晶表示装置は、画素電極210の中心部に幅 $5\mu m$ の隙間部215があり、対向電極214には両端部に幅 $5\mu m$ の隙間部216があり、隙間部215、216の幅は画素電極210と対向電極214との間隔に対して大きく設定してあるので、電極間に電圧を印加したときに電極の端部a、b（隙間部の周縁部）近傍で電場217に歪みが生じる。

【0073】液晶としては正の誘電率異方性を有するものを用いているため、電圧無印加時に基板に対してほぼ水平方向に配向していた液晶分子に電圧が印加されると、図8中のAの領域では、その端部に相当するaの領域において電場方向が斜めに形成されているので、液晶分子218（aの領域）に対して電場方向に直交するように右側（画面下側）に傾斜させるトルクが働く。

【0074】一方、Aの領域の大部分に相当する、隙間部の周縁部近傍以外の画素電極210と対向電極214とに挟まれた領域では、電場方向が基板に対して垂直な方向に形成されており、基板面に対してほぼ水平に初期配向されている液晶分子に働くトルクの傾斜方向は局部的な斜め方向の電場には影響されない。しかし、aの領域で右回転に傾斜している液晶分子218から及ぼされる液晶分子間の弾性力の影響を受けて、垂直方向の電場しかない領域においても液晶分子218が同様に右回転に傾斜し、このときのトルクは垂直方向の電場強度に依存することが確認できた。

【0075】Bの領域においても、同様の原理によって、液晶分子218には左回転（画面上側）に傾斜させ

るトルクが働く。

【0076】この結果、画素全面にわたって液晶分子の配向方向を制御することができ、1画素内で画面に対して上下方向に液晶分子の配向方向が分割される。よって、画面に対して上下対称な視野角特性が得られた。

【0077】なお、本実施形態3においては、画素電極及び対向電極の隙間部をゲートラインに沿う方向に形成したが、ソースラインに沿う方向に形成してもよく、画素電極と対向電極の隙間部が基板平面に沿って交互に配置されれば、他の方向であってもよい。また、実施形態2のように、電極の隙間部を互いに直交する2方向に形成してもよく、この場合には、ラビング方向は電極の隙間部の方向に対して 45° の方向とする。

【0078】このように、斜め方向の電場を形成する領域が画素電極及び対向電極の隙間部の周縁部近傍のみ形成され、この部分の液晶分子の傾斜方向によって、画素電極と対向電極で挟まれた領域では電場が垂直方向であるにも関わらず、液晶分子の傾斜方向が制御され、画素全面にわたって配向方向を制御できる。

【0079】このことは、電圧無印加時に垂直配向させた負の誘電率異方性を有する液晶分子に対して、または電圧無印加時に水平配向させた正の誘電率異方性を有する液晶分子に対して、電場を垂直方向に印加する場合、隙間部の周縁部近傍の液晶分子から及ぼされる弾性力の作用によって、周縁部近傍以外の部分の液晶分子の傾斜方向を容易に制御することができるという極めて特徴的な現象を利用することにより達成されるものである。

【0080】これにより、広い対称的な視野角特性が得られると共に、画素の大部分の領域である画素電極と対向電極との重なり部において、基板に垂直方向の均一な電場を与えることができるので、画素内で生じるムラを防止することができ、極めて優れた光学特性を得ることができる。

【0081】電極の隙間部の周縁部における電場が歪んだ領域では、液晶の配向状態が他の部分と異なるが、電圧無印加時に黒表示を行うノーマリブラックモードの液晶表示装置の場合には、黒表示時に電圧が無印加であるため、電場の歪みによる影響はなく、良好な黒表示が得られる。さらに、この部分に遮光膜を形成すれば、表示性能に対する影響を完全に防止することも可能である。

【0082】なお、本発明は上述した実施形態に限らず、画素電極の形状や対向電極の形状は、隙間部の周縁部近傍に斜め方向の電場を生じさせ、隙間部の周縁部以外の両電極で挟まれた部分には垂直方向の電場を生じさせて、液晶分子の傾斜方向を異なる複数の領域に分割できる形状であればどのような形状を組み合わせて用いても良く、画素電極の隙間部や対向電極の隙間部が曲線的な形状であっても良い。

【0083】上記実施形態では、電圧無印加時に黒表示

を行うノーマリブラックモードの液晶表示装置について説明したが、電圧無印加時に白表示を行うノーマリホワイトモードの液晶表示装置に本発明を適用することも可能である。

【0084】また、上記実施形態ではスイッチング素子として薄膜トランジスタを用いた液晶表示装置について説明しているが、複数の画素がマトリクス状に形成されている構造であれば、MIM等の2端子素子を用いた液晶表示装置や、単純マトリクス型の液晶表示装置に本発明を適用することも可能である。

【0085】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、画素電極や対向電極のバターニング時に隙間部を形成することにより各画素内の液晶分子の傾斜方向を制御して配向分割することができるので、従来技術のように配向膜表面へのレジストの付着、現像液や剥離液の浸透による異物の付着、表面変質、さらにはイオン性不純物による液晶セルの信頼性低下等の危険性や、良品率が低下したり品質が不安定になる等の問題が生じない。また、ラビング処理等の配向処理工程が不要であるため、この工程に関わる不良の発生を防ぐことができる。

【0086】その結果、液晶分子の傾斜方向に依存した視野角特性を傾斜方向が相対する一対の領域で相殺して、対称的な広げられた視野角特性を有すると共に高コントラストで応答速度が速く、表示ムラ、ざらつき等による表示品位の低下が生じない極めて優れた表示性能が得られ、さらに、消費電力の増加もなく、量産性にも優れた液晶表示装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態1におけるマトリクス基板の平面図である。

【図2】実施形態1における対向基板の平面図である。

【図3】図1のA-A'線部分の断面図である。

【図4】図1のB-B'線に相当する部分の断面図である。

【図5】実施形態2におけるマトリクス基板の平面図である。

【図6】実施形態2における対向基板の平面図である。

【図7】図5のC-C'線部分の断面図である。

【図8】実施形態3における画素電極と対向電極との対向部分を示す断面図である。

【図9】従来の液晶表示装置を示す断面図である。

【図10】従来のマトリクス基板の平面図である。

【図11】従来の対向基板の平面図である。

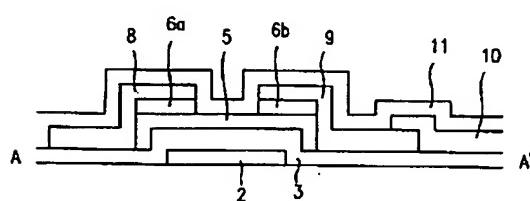
【図12】従来の液晶表示装置における電極構造を示す断面図である。

【符号の説明】

- 1 ゲートライン
- 2 ゲート電極
- 3 ゲート絶縁膜
- 4 薄膜トランジスタ
- 5 a-Si層
- 6 a, 6 b n⁺-a-Si層
- 7 ソースライン
- 8 ソース電極
- 9 ドレイン電極
- 10, 18, 210 画素電極
- 11 保護膜
- 12 開口部
- 13 遮光膜

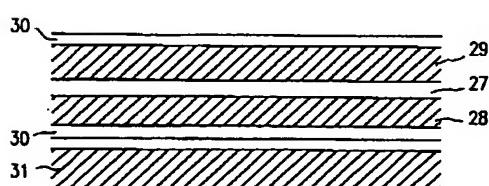
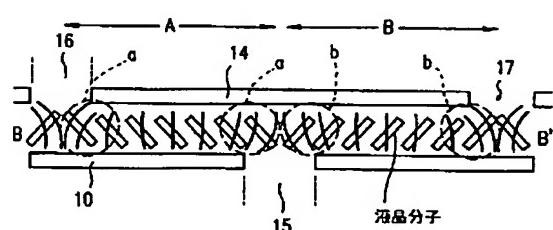
- 14, 19, 214 対向電極
- 15, 16, 20, 21, 215, 216 隙間部
- 17, 22, 217 電場
- 218 液晶分子

【図3】

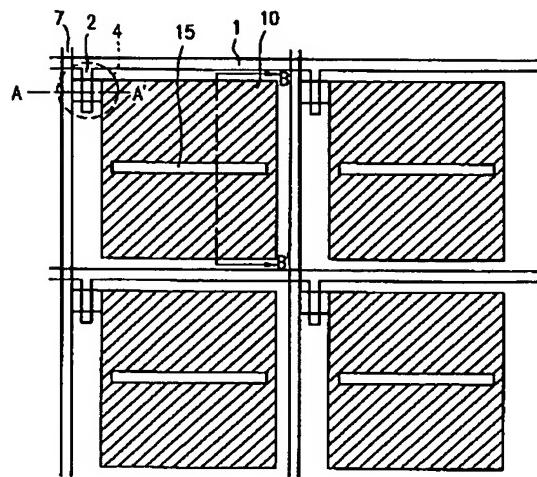


【図9】

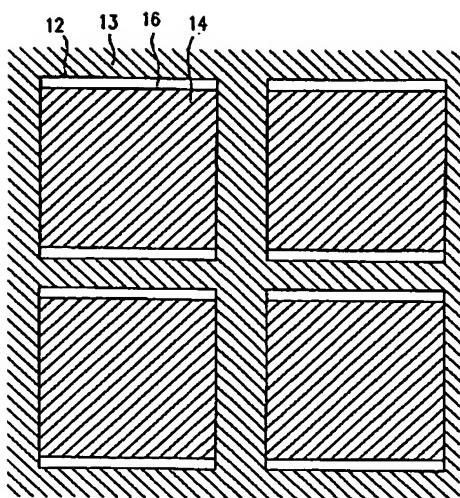
【図4】



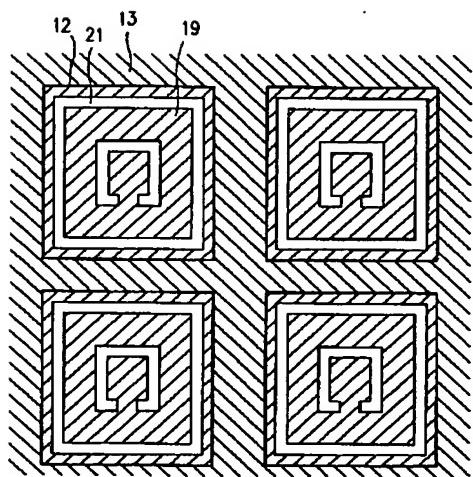
【図1】



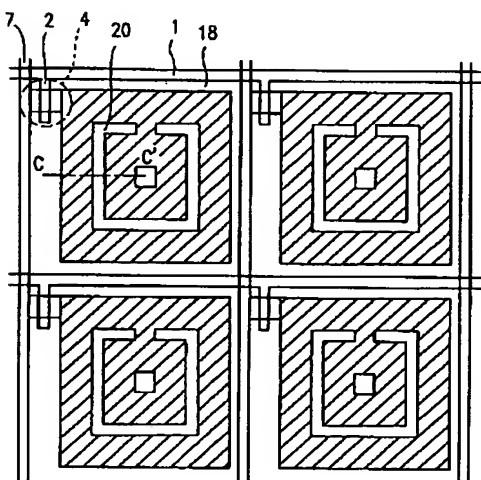
【図2】



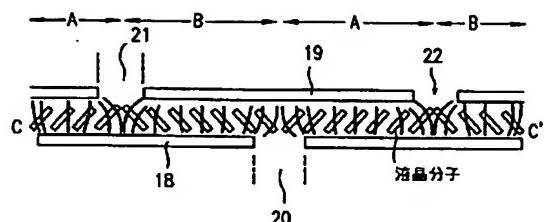
【図6】



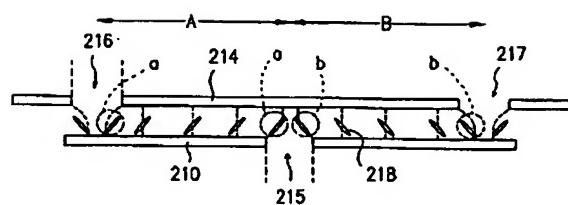
【図5】



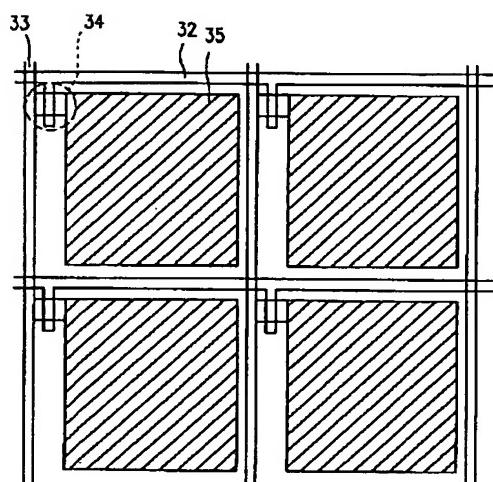
【図7】



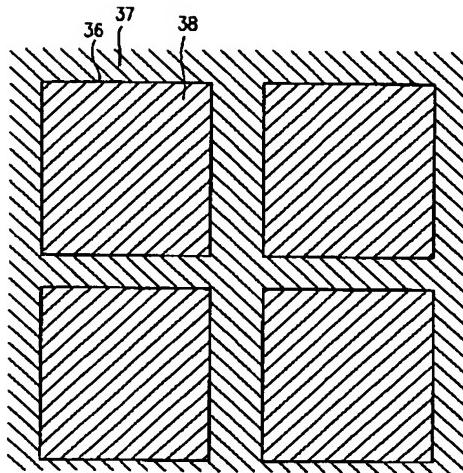
【図8】



【図10】



【図11】



【図12】

